

**Міністерство освіти і науки України**

**Національний університет водного господарства та  
природокористування**

**Навчально-науковий інститут водного господарства та  
природооблаштування**

**Кафедра гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних  
машин**



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

**“Затверджую”**

Проректор з науково-педагогічної,  
методичної та виховної роботи

\_\_\_\_\_ О.А. Лагоднюк  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2018 р.

**01-06-45**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
WORKING PROGRAM OF EDUCATIONAL DISCIPLINE



**ТЕПЛОТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ ТА  
ПРИЛАДИ**  
**THERMOTECNICAL MEASUREMENTS AND DEVICES**

Галузь знань	14 «Електрична інженерія» «Electrical engineering»
Спеціальність	144 «Теплоенргетика» «Heat power enginnering»
Спеціалізація	

Робоча програма навчальної дисципліни «Теплотехнічні вимірювання та прилади» для студентів які навчаються за спеціальністю 144 «Теплоенергетика». – Рівне: НУВГП, 2018. – 12 с.

**Розробник:** І.П. Трофимчук, старший викладач кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин

Протокол від “04” вересня 2018 року, № 1

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

О.А. Рябенко

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 144 «Теплоенергетика»,

Протокол від “26” вересня 2018 року № 1

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ В.З. Кочмарський

© І.П. Трофимчук, 2018  
© НУВГП, 2018

## ВСТУП

Програма обов'язкової навчальної дисципліни «Теплотехнічні вимірювання та прилади» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра спеціальності «Теплоенергетика».

Предметом вивчення навчальної дисципліни є формування теоретичних знань та практичних навичок при використанні експериментальних методів вимірювання теплотехнічних величин, самостійного аналізу у виборі оптимальних вимірювальних приладів, для конкретних технічних завдань при експлуатації енергетичного обладнання.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Теплотехнічні вимірювання та прилади» є складовою частиною фундаментальної підготовки інженерів за спеціальністю «Теплоенергетика». Вивчення дисципліни передбачає наявність систематичних і ґрунтовних знань з дисциплін «Технічна термодинаміка», «Тепломасообмін», «Метрологія і стандартизація» та закладає основи для вивчення дисциплін «Системи виробництва та розподілу енергоносіїв», «Теплотехнічні процеси та установки», «Основи монтажу та експлуатації об'єктів теплоенергетики», «Теплові та атомні електростанції».

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

## Анотація

Програма теплотехнічні вимірювання та прилади розрахована на студентів, які навчаються за спеціальністю 144 «Теплоенергетика». Програма передбачає комплексне ознайомлення студентів з методикою теплотехнічних вимірювань, принципами дії, будовою, призначення та правилами вибору, установки різних технічних засобів контролю та вимірювання, що застосовуються в галузі теплоенергетики.

В курсі «Теплотехнічні вимірювання та прилади» відображені останні досягнення науки та техніки в цій області, завдання, що ставляться перед енергетикою та приладобудуванням.

Ключові слова: абсолютна похибка, відносна похибка, анемометр, барометр, вакуметр, витратомір, водомір, газоаналізатор, гальванометр, градуїровка шкали, датчик, димомір, еталонний прилад, звужувальний пристрій, клас точності приладу, лічильник, манометр, пірометр, рівнемір, термометр, термопара, термоопір, циферблат.

## Summary

The program of heat engineering measurements and devices is intended for students studying in the specialty 144 "Heat power engineering". The program provides comprehensive knowledge of students with the methodology of heat engineering measurements, principles of operation, structure, designation and selection rules, installation of various technical controls and measurements applied in the field of heat and power engineering.

The course "Thermotechnical measurements and devices" reflects the latest achievements in science and technology in this area, tasks related to energy and instrumentation.

Key words: absolute error, relative error, anemometer, barometer, vacuum meter, flowmeter, water meter, gas analyzer, galvanometer, graduation scale, sensor, smoke meter, reference instrument, narrowing device, accuracy class of the device, meter, pressure gauge, pyrometer, level meter, thermometer, thermocouple, thermosetting, dial.

### Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5,0	Галузь знань – 14 «Електрична інженерія»	Цикл професійної підготовки	
	Спеціальність 144 «Теплоенергетика»		
Модулів – 1 Змістових модулів – 2		Рік підготовки:	
		3-й	2-й
Семестри:			
5-й		4-й	
Лекції			
28 год		2 год	
Практичні			
14 год		8 год.	
Лабораторні			
14 год.		8 год.	
Індивідуальне науково-дослідне завдання	Рівень вищої освіти - бакалавр	Самостійна робота	
Загальна кількість годин – 150		94 год	132 год
		ІНДЗ	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 год. СРС – 6 год.		-	-
		Вид контролю	
		екзамен	екзамен

**Примітка:** співвідношення кількості аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

- для денної форми навчання - 37% до 63%;
- для заочної форми навчання – 12% до 88 %.

## 1. Мета та завдання дисципліни

**Метою** вивчення навчальної дисципліни є вивчення основ, методів і приладів теплотехнічних вимірювань, формування знань і навичок в області методів виміру теплотехнічних параметрів, володіння сучасними технічними засобами виміру. Успішне засвоєння дисципліни дозволить майбутнім фахівцям забезпечити необхідний рівень використання вимірювальної техніки та систем у виробничих умовах та лабораторних дослідженнях.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

знати:

- загальні питання вимірювань;
- особливості вимірювання теплових параметрів;
- похибки вимірювання, їх оцінювання та врахування при вимірюваннях;
- методи та засоби вимірювання температури;
- вимірювання тиску та розрідження;
- вимірювання витрати рідин, газів і пари;
- вимірювання рівнів рідин і сипучих речовин;
- вимірювання складу і властивостей речовин.

вміти:

- проводити вимірювання основних теплотехнічних параметрів, які використовуються в галузі теплоенергетики;
- будувати моделі різних завдань теплотехнічних вимірювань та досліджувати їх за допомогою відомих пристроїв і приладів;
- аналізувати по результатах вимірювань хід теплотехнічних процесів, що проходять в енергетичних установках.

## 2. Програма навчальної дисципліни

### Змістовий модуль 1

**Вимірювання температури, тиску та витрати рідких і газоподібних речовин**

#### Тема 1. Загальні питання вимірювань

Методи вимірювань. Класифікація вимірювальних приладів. Основні елементи вимірювальних приладів. Основні похибки вимірювань. Створення умов для вимірів.

#### Тема 2. Вимірювання температури

Температурні шкали. Термометри розширення. Манометричні термометри. Термоелектричні термометри. Типи і конструкції термопар. Термостатування вільних кінців і схеми ввімкнення термопар. Поправки до показів термоелектричних пірометрів. Компенсаційний метод виміру ТЕРС термопари. Термометри опору. Основні властивості та конструкції термометрів опору.

### **Тема 3. Вимірювання тиску рідких і газоподібних середовищ**

Одиниці і методи вимірювання тиску і розрідження. Засоби вимірювання тисків: рідинні, деформаційні, електричні, п'єзометричні, тензометричні манометри. Вимірювальні перетворювачі тиску.

### **Тема 4. Вимірювання кількості та витрати рідин, газу і пари**

Одиниці і методи вимірювання кількості і витрати. Витратоміри по перепаду тиску в пристрої, що звужує. Типи пристроїв (діафрагма, стандартне сопло, сопло Вентурі). Схеми сполучних ліній при використанні пристрою, що звужує. Вимірювання витрати рідин і газів напірними трубками. Тахометричні витратоміри. Ротаметри. Схеми і принцип дії ультразвукового та електромагнітного витратомірів. Вимір витрати тепла в теплофікаційних системах.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

## **Змістовий модуль 2**

### ***Вимірювання рівнів, вологості та аналіз складу речовин***

### **Тема 5. Вимірювання рівнів рідин та сипучих речовин**

Загальні положення. Принцип дії візуальних, гідростатичних, поплавкових, буйкових рівнемірів. Схеми та принцип дії ємнісного індуктивного та акустичного рівнемірів. Вимірювання рівня сипучих речовин. Сигналізатори рівня.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

### **Тема 6. Аналіз складу газів**

Загальні положення. Принцип дії та особливості використання хімічних, теплових, магнітних, оптичних та лазерних газоаналізаторів. Принцип дії газових хроматографів.

### **Тема 7. Аналіз якості води і пари**

Методи визначення якості води і пари. Електродні кондуктометричні аналізатори. Безелектродні кондуктометри. Потенціометричний метод аналізу води. Вимірювання концентрації газів, що містяться у воді і пари.

### **Тема 8. Вимірювання вологості газів**

Загальні положення. Вимірювання вологості газів психрометричним та конденсаційним методами. Сорбційний метод вимірювання вологості газів.

### 3. Структура навчальної дисципліни

#### 3.1. Денна форма навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Усього	у тому числі				
		л	пр	лб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7
<b>Змістовий модуль 1. Вимірювання температури, тиску та витрати рідких і газоподібних речовин</b>						
Тема 1. Загальні питання вимірювань	10	2	-	2	-	6
Тема 2. Вимірювання температури	25	4	2	4	-	15
Тема 3. Вимірювання тиску рідких і газоподібних середовищ	22	4	2	2	-	14
Тема 4. Вимірювання кількості та витрати рідин, газу і пари	21	4	2	2	-	13
<b>Разом – зм. модуль 1</b>	<b>78</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>48</b>
<b>Змістовий модуль 2. Вимірювання рівнів, вологості та аналіз складу речовин</b>						
Тема 5. Вимірювання рівнів рідин та сипучих речовин	20	4	2	2	-	12
Тема 6. Аналіз складу газів	18	4	2	-	-	12
Тема 7. Аналіз якості води і пари	20	4	2	2	-	12
Тема 8. Вимірювання вологості газів	14	2	2	-	-	10
<b>Разом – зм. модуль 2</b>	<b>72</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>46</b>
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>94</b>

#### 3.2. Заочна форма навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Усього	у тому числі				
		л	пр	лб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7
<b>Змістовий модуль 1. Вимірювання температури, тиску та витрати рідких і газоподібних речовин</b>						
Тема 1. Загальні питання вимірювань	6	1	-	-	-	5

1	2	3	4	5	6	7
<b>Тема 2.</b> Вимірювання температури	25	1	2	2	-	20
<b>Тема 3.</b> Вимірювання тиску рідких і газоподібних середовищ	24	-	2	2	-	20
<b>Тема 4.</b> Вимірювання кількості та витрати рідин, газу і пари	23	-	1	2	-	20
<b>Разом – зм. модуль 1</b>	<b>78</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>65</b>
<b>Змістовий модуль 2. Вимірювання рівнів, вологості та аналіз складу речовин</b>						
<b>Тема 5.</b> Вимірювання рівнів рідин та сипучих речовин	21	-	1	2	-	18
<b>Тема 6.</b> Аналіз складу газів	19	-	1	-	-	18
<b>Тема 7.</b> Аналіз якості води і пари	19	-	1	-	-	18
<b>Тема 8.</b> Вимірювання вологості газів	13	-	-	-	-	13
<b>Разом – зм. модуль 2</b>	<b>72</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>67</b>
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>132</b>

#### 4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
		Рік підготовки	
		3-й	2-й
		семестр	
		5	4
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
1	Вимірювання температури	2	2
2	Вимірювання тиску рідких і газоподібних середовищ	2	2
3	Вимірювання кількості та витрати рідин, газу і пари	2	2
4	Вимірювання рівнів рідин та сипучих речовин	2	2
5	Аналіз складу газів	2	-
6	Аналіз якості води і пари	2	-
7	Вимірювання вологості газів	2	-
<b>Усього:</b>		<b>14</b>	<b>8</b>



## 5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	2	3	4
1	Інструктаж з охорони праці при роботі в лабораторії. <b>Лабораторна робота №1.</b> Дослідження основних принципів та технічних характеристик приладів для вимірювання температури.	4	2
2	<b>Лабораторна робота №2.</b> Дослідження основних принципів та технічних характеристик приладів для вимірювання тиску.	2	2
3	<b>Лабораторна робота №3.</b> Визначення похибок при вимірюванні фізичних величин.	2	-
4	<b>Лабораторна робота №4.</b> Дослідження основних принципів та технічних характеристик приладів для вимірювання витрати.	2	2
5	<b>Лабораторна робота №5.</b> Визначення параметрів роботи приладів для вимірювання рівня рідини.	2	2
6	<b>Лабораторна робота №6.</b> Визначення солемісту води кондуктометричним методом.	2	-
<b>Усього:</b>		<b>14</b>	<b>8</b>

## 6. Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

1. Підготовка до аудиторних занять (0,5 год. на 1 год. аудит. занять ) – 28 годин;
2. Підготовка до контрольних заходів ( 6 годин на 1 єврокредит ) – 30 годин;
3. Підготовка питань, які не розглядаються під час аудиторних занять – 36 год

№ з/п	Теми самостійної роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	2	3	4
1	Загальні питання вимірювань	2	10
2	Вимірювання температури	6	15

1	2	3	4
3	Вимірювання тиску рідких і газоподібних середовищ	6	14
4	Вимірювання кількості та витрати рідин, газу і пари	6	14
5	Вимірювання рівнів рідин та сипучих речовин	4	10
6	Аналіз складу газів	4	10
7	Аналіз якості води і пари	4	10
8	Вимірювання вологості газів	4	10
	<b>Всього</b>	<b>36</b>	<b>93</b>

## 7. Методи навчання

На лекційних заняттях використовуються в певному обсязі мультимедійний проектор і кодоскоп. Для цього застосовується спеціально розроблений короткий (скелетний) конспект лекцій в електронній формі та у вигляді окремих карток і прозірок для кожної теми. На картках і прозірках чітко зображені необхідні рисунки, написані основні формули, коротко приведені потрібні визначення.

На практичних заняттях студенти здобувають навички розрахунків поправочних коефіцієнтів та похибок вимірювальних приладів, вчаться користуватись довідковою літературою. Лабораторні роботи проводяться на лабораторних установках.

## 8. Методи контролю

Для визначення рівня засвоєння студентами навчального матеріалу використовуються такі методи оцінювання знань:

- поточне тестування після вивчення кожного змістового модуля;
- усний захист лабораторних робіт;
- підсумковий іспит.

Для контролю знань студентів використовується система зі 100 бальною шкалою оцінювання.

Підсумковий контроль знань студентів денної форми навчання проводиться в кінці 5 семестру шляхом складання екзамену. Студенти заочної форми навчання складають екзамен в 4 семестрі.

## 9. Розподіл балів, які отримують студенти

### 9.1. При поточному та підсумковому тестуванні (екзамен)

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
7	8	8	8	8	7	8	6	40	100

## Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою
	для екзамену
90-100	відмінно
82-89	добре
74-81	
64-73	
60-63	задовільно
35-59	
0-34	
	незадовільно з можливістю повторного складання
	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

## 11. Методичне забезпечення дисципліни

1. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Теплотехнічні вимірювання та прилади» для студентів напряму підготовки 144 «Теплоенергетика» денної та заочної форм навчання. / І.П. Трофимчук – Рівне: НУВГП, 2018. – 36 с.

2. Методичні рекомендації до виконання практичних та контрольних робіт із дисципліни «Теплотехнічні вимірювання та прилади» для студентів напряму підготовки 144 «Теплоенергетика» денної та заочної форм навчання. / І.П. Трофимчук – Рівне: НУВГП, 2018. – 40 с.

## 12. Рекомендована література

### Базова

1. Денісов А.К. Теплотехнічні вимірювання та прилади: навч. посіб. / А.К. Денісов, С.А. Денісов. – Рівне : НУВГП, 2013. – 184 с. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/2071>

2. Співак О.Ю. Теплотехнічні вимірювання та прилади: навч. посіб. / О.Ю. Співак – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 137 с.

### Допоміжна

1. Курилов А.Ф. Теплотехнічні вимірювання і прилади: навч. посіб. / А.Ф. Курилов, В.М. Козін – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 189 с.

2. Мурин Г.А. «Теплотехнічні вимірювання». М., «Енергія» 1968. – 584с.

3. Кованько В.В. Занальнотехнічні вимірювання і прилади: навч. посіб. / В.В. Кованько, В.В. Древецький, А.О. Христюк. – Рівне : НУВГП, 2013. – 189 с. – Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/2397>

4. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник / Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець, В.О. Яцук, В.М. Ванько, Т.Г. Бойко; За ред. Проф. Є.С. Поліщука. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2003. – 544 с.

### 13. Інформаційні ресурси

1. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75) / [ Електронний ресурс ]. – Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>  
<http://nuwm.edu.ua/MySQL/page lib.php>
2. Вимірювальна техніка та метрологія, - Л.: «Львівська політехніка» (журнал). – Режим доступу: <http://science.lpnu.ua/uk/istcmtm>
3. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека (м. Рівне, майдан Короленка, 6) / [ Електронний ресурс ]. – Режим доступу: <http://www.lib.rv.ua/>
4. Національна бібліотека ім. В.І. Вернацького / [ Електронний ресурс ]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування